



Spesifikasi batang baja mutu tinggi tanpa pelapis untuk beton prategang



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Daftar tabel	Error! Bookmark not defined.
Prakata	iii
Pendahuluan.....	iv
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Material dan proses pembuatan	2
5 Komposisi kimia	3
6 Sifat mekanis	3
6.1 Kekuatan tarik	3
6.2 Benda uji	3
6.3 Jumlah benda uji.....	3
6.4 Pengujian ulang	4
7 Persyaratan untuk profil ulir	4
8 Pengukuran profil ulir.....	4
9 Variasi ukuran dan berat yang diizinkan	5
9.1 Batang tipe I.....	5
9.2 Batang tipe II.....	5
10 Pengerjaan akhir.....	5
11 Pengiriman.....	5
11.1 Penandaan	5
12 Pemeriksaan	6
13 Penolakan.....	6
14 Klarifikasi	6
15 Sertifikasi	6
16 Persyaratan tambahan.....	7
16.1 Besaran lentur.....	7
16.2 Pengurangan luas penampang.....	7
16.3 Persyaratan kimia	8
Lampiran A (normatif) Grafik hubungan tegangan – regangan dalam perhitungan metode offset.....	9

Tabel 1	Dimensi batang polos (tipe I)	2
Tabel 2	Dimensi batang ulir (tipe II)	2
Tabel 3	Dimensi profil ulir untuk batang tipe II	4
Tabel 4	Syarat pelengkungan dan ukuran pen	7



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Spesifikasi batang baja mutu tinggi tanpa pelapis untuk beton prategang merupakan adopsi identik dari AASHTO M 275 M/M 275-00, *Uncoated high-strength steel bar for prestressing concrete*.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti PSN No. 8 tahun 2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus tanggal 19 Juli 2007 di Bandung, dengan melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Standar ini mencakup penggunaan batang baja mutu tinggi tanpa pelapis yang dipakai dalam struktur beton prategang, pratarik dan pascatarik atau untuk angkur tanah.

Batang baja harus dicanai dari kelompok produksi yang teridentifikasi dengan baik dari baja tuang atau baja tuang yang ditarik.

Batang baja harus ditarik dalam keadaan dingin sampai tidak kurang dari 80% tegangan ultimit minimum, dan kemudian tarikan dibebaskan untuk menghasilkan sifat mekanis yang diperlukan.

Produk akhir batang baja harus mempunyai tegangan tarik ultimit minimum 1035 MPa.

Kekuatan leleh minimum untuk batang tipe I dan tipe II masing-masing adalah 85% dan 80% dari tegangan tarik ultimit minimum. Dalam metode pembebanan, regangan total harus 0,7%, dan pada metode *offset* tegangan leleh ditentukan pada regangan *offset* 0,2%.

Perpanjangan minimum setelah putus harus 4% dari panjang pengukuran (*gage length*) sebesar 20 kali diameter batang, atau 7% dari panjang pengukuran sebesar 10 kali diameter batang.

Pengujian tarik harus menggunakan benda uji batang baja skala penuh. Pengurangan penampang benda uji tidak diperbolehkan. Penentuan satuan tegangan didasarkan pada luas nominal.

Jumlah benda uji tarik minimum 2 (dua) untuk setiap kelompok produksi. Untuk setiap kelompok produksi 39 ton atau fraksi daripadanya harus diambil 1 (satu) benda uji dari setiap ukuran baja giling dari masing-masing kelompok produksi.

Benda uji harus dipilih secara acak setelah proses pembuatan selesai. Variasi ukuran dan berat yang diizinkan:

- a) Batang tipe I diameter nominal, tidak boleh melebihi +0,75 mm dan -0,25 mm.
- b) Batang tipe II berat nominal yang disyaratkan tidak boleh melebihi +3% dan -2%.

Spesifikasi batang baja mutu tinggi tanpa pelapis untuk beton prategang

1 Ruang lingkup

Standar ini mencakup penggunaan batang baja mutu tinggi tanpa pelapis yang dipakai dalam struktur beton prategang, pratarik dan pascatarik atau untuk angkur tanah. Jenis batang baja ini terdiri dari tipe I (batang polos) dan tipe II (batang ulir).

2 Acuan normatif

AASHTO T 244, *Mechanical testing of steel products.*

AASHTO T 285, *Bend test for bars for concrete reinforcement.*

ASTM A 700, *Practices for packaging, marking, and loading methods for steel products for domestic shipment.*

ASTM E 30, *Test methods for chemical analysis of steel, cast iron, open-hearth iron, and wrought iron.*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

3.1

batang baja mutu tinggi

baja berpenampang bundar yang dicanai (*hot rolled*) dari baja tuang dan memiliki tegangan tarik ultimit batang baja minimum 1035 MPa

3.2

batang polos

baja beton prategang berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip

3.3

batang ulir

baja beton prategang dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton

3.4

beton prategang

beton yang tegangan tariknya pada kondisi pembebanan tertentu dihilangkan atau dikurangi ke batas yang aman dengan jalan pemberian gaya tekan permanen, dengan ukuran dan arah tertentu dan baja yang digunakan untuk keperluan ini ditarik sebelum beton mengeras (pratarik) atau setelah beton mengeras (pascatarik) ke kekuatan yang tertentu

3.5

fraksi

bagian dari kelompok produksi

3.6**kelompok produksi**

jumlah produk dari suatu tahapan produksi yang sama dan dapat berasal dari golongan yang berbeda

3.7**luas proyeksi**

luas bersih (*netto*) dari ulir

3.8**pascapenarikan**

suatu metode untuk memberi prategang dengan menarik tendon pada beton yang telah mengeras. Dalam metode ini, prategang diberikan melalui bantalan

3.9**pen**

batang polos yang digunakan untuk melengkungkan contoh uji

4 Material dan proses pembuatan

- a) Batang baja harus dicanai dari kelompok produksi yang teridentifikasi dengan baik dari baja tuang atau baja tuang yang ditarik. Ukuran dan dimensi standar batang baja tipe I dan tipe II harus sesuai dengan yang tercantum pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Dimensi batang polos (tipe I)

Diameter nominal (mm)	Berat nominal (kg/m)	Luas nominal ^a (mm ²)
19	2,23	284
22	3,04	387
25	3,97	503
29	5,03	639
32	6,21	794
35	7,52	955

^a Luas nominal ditentukan dari diameter nominal dalam mm

Tabel 2 Dimensi batang ulir (tipe II)

Diameter nominal ^a (mm)	Berat nominal (kg/m)	Luas nominal ^b (mm ²)
15	1,46	181
20	2,22	271
26	4,48	548
32	6,54	806
36	8,28	1019
46	13,54	1664
65	27,10	3331

^a Diameter nominal hanya untuk identifikasi.
^b Luas nominal ditentukan dari berat batang dikurangi 3,5% untuk berat non-efektif dari profil ulir.

- b) Batang baja harus ditarik dalam keadaan dingin sampai tidak kurang dari 80% tegangan ultimit minimum, dan kemudian tarikan dibebaskan untuk menghasilkan sifat mekanis yang diperlukan.

5 Komposisi kimia

- a) Produsen harus membuat analisa dari contoh uji yang diambil selama pengecoran baja pada setiap proses pembuatan baja (*heat of steel*).
 - 1) Produsen harus memilih dan menggunakan komposisi kimia dan elemen paduan untuk menghasilkan sifat mekanis batang baja akhir sesuai 6.1 dan 5.a) 2);
 - 2) Pada analisa kelompok produksi, kadar fosfor tidak boleh lebih dari 0,040% dan kadar belerang tidak boleh lebih dari 0,050%.
- b) Pemesan diizinkan untuk melakukan analisa produk terhadap batang baja akhir yang mewakili dari masing-masing cetakan atau *heat number*. Kadar fosfor dan belerang yang ditentukan tidak boleh lebih dari batas yang ditetapkan dalam 5.a) 2) dengan toleransi 0,008%.

6 Sifat mekanis

Semua pengujian sifat mekanis harus sesuai dengan persyaratan yang ada pada AASHTO T 244.

6.1 Kekuatan tarik

- a) Produk akhir batang baja harus mempunyai tegangan tarik ultimit minimum 1035 MPa.
- b) Kekuatan leleh minimum untuk batang tipe I dan tipe II masing-masing adalah 85% dan 80% dari tegangan tarik ultimit minimum. Kekuatan leleh harus ditentukan berdasarkan metode pada AASHTO T 244; bagaimanapun, dalam metode pembebanan, regangan total harus 0,7%, dan pada metode *offset* tegangan leleh ditentukan pada regangan *offset* 0,2% (lihat lampiran A).
- c) Perpanjangan minimum setelah putus harus 4% dari panjang pengukuran (*gage length*) sebesar 20 kali diameter batang, atau 7% dari panjang pengukuran sebesar 10 kali diameter batang.

6.2 Benda uji

Pengujian tarik harus menggunakan benda uji batang baja skala penuh. Pengurangan penampang benda uji tidak diperbolehkan. Penentuan satuan tegangan didasarkan pada luas nominal sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1 atau luas efektif sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.

6.3 Jumlah benda uji

- a) Jumlah benda uji tarik minimum 2 (dua) untuk setiap kelompok produksi.
- b) Untuk setiap kelompok produksi 39 ton atau fraksi daripadanya harus diambil 1 (satu) benda uji dari setiap ukuran baja giling dari masing-masing kelompok produksi.
- c) Benda uji harus dipilih secara acak setelah proses pembuatan selesai.

6.4 Pengujian ulang

- Jika besaran tarik dari setiap benda uji tarik kurang dari yang disyaratkan, dan setiap bagian dari retakan berada di luar dari sepertiga bagian tengah panjang pengukuran (yang ditandai sebelum pengujian), maka harus dilakukan pengujian ulang.
- Jika hasil suatu pengujian tarik tidak memenuhi spesifikasi, maka harus dibuat 2 (dua) pengujian tambahan pada contoh dari batang dengan ukuran dan produksi yang sama dan bila terjadi kegagalan dalam salah satu pengujian tersebut, maka ukuran batang dari kelompok produksi tersebut harus ditolak.
- Bila benda uji gagal karena alasan mekanik seperti kerusakan peralatan uji, maka benda uji tersebut harus diganti dengan benda uji lain.
- Bila benda uji mengalami kerusakan, maka benda uji tersebut harus diganti dengan ukuran yang sama dari kelompok produksi yang sama.

7 Persyaratan untuk profil ulir

- Batang tipe II harus mempunyai bentuk profil ulir yang seragam sepanjang batang. Profil ulir pada sisi yang berlawanan dari batang harus serupa dalam ukuran dan bentuk. Jarak rata-rata atau panjang antara profil ulir pada kedua sisi dari batang tidak boleh melebihi 0,7 dari diameter nominal batang.
- Tinggi minimum dan luas proyeksi minimum dari ulir harus sesuai dengan persyaratan pada Tabel 3.

Tabel 3 Dimensi profil ulir untuk batang tipe II

Diameter nominal d (mm)	Jarak rata-rata maksimum s (mm)	Tinggi rata-rata minimum h (mm)	Luas proyeksi minimum ^a (mm ² /mm)
15	11,1	0,7	2,4
20	13,3	1,0	3,4
26	17,8	1,3	4,4
32	22,5	1,6	5,4
36	25,1	1,8	6,1
46	30,1	2,2	7,3
65	44,5	2,9	9,7

^a dihitung dari persamaan, minimum luas proyeksi = $0,75 \pi d \frac{h}{s}$

- Sambungan kopel mekanik, pada setiap potongan dapat dibuat sambungan kopel sedemikian rupa sehingga batang yang tersambung memiliki kekuatan tarik ultimit yang sama dengan batang utuh. Tipe sambungan harus direncanakan oleh produsen.

8 Pengukuran profil ulir

- Jarak rata-rata profil ulir ditentukan dengan membagi panjang benda uji batang dengan jumlah profil ulir pada satu sisi dari benda uji. Panjang pengukuran dari benda uji harus memperhatikan jarak dari satu titik pada suatu profil ulir ke titik lain pada profil ulir yang berbeda untuk sisi yang sama dari batang.
- Tinggi rata-rata profil ulir ditentukan dari pengukuran minimal 2 (dua) profil ulir yang tipikal. Penentuan setiap profil ulir harus dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pengukuran; 1

(satu) pada titik tengah dari panjang total, dan 2 (dua) titik lainnya pada jarak 0,25 dari panjang total dari kedua ujung batang.

- c) Agar sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan, pengukuran harus dilakukan secara acak dari 1 (satu) batang untuk setiap 33 ton dari masing-masing kelompok produksi atau fraksi.
- d) Tinggi dan luas proyeksi yang kurang, atau jarak ulir yang terlalu jauh bukan merupakan alasan untuk penolakan, kecuali telah secara jelas tidak sesuai dengan persyaratan minimum seperti dijelaskan dalam Pasal 7. Tidak boleh ada penolakan yang didasarkan atas pengukuran jika jumlah profil ulir berdekatan yang diukur pada setiap sisi dari batang adalah kurang dari 10.

CATATAN 1: Istilah kumpulan produksi berarti semua batang dengan masa nominal yang sama per meter panjang yang berada dalam suatu pengiriman.

9 Variasi ukuran dan berat yang diizinkan

9.1 Batang tipe I

Variasi yang diizinkan dari diameter nominal yang disyaratkan dalam Tabel 1, tidak boleh melebihi +0,75 mm dan -0,25 mm.

9.2 Batang tipe II

Variasi yang diizinkan dari berat nominal yang disyaratkan dalam Tabel 2, tidak boleh melebihi +3% dan -2%.

10 Pengerjaan akhir

Batang harus bebas dari cacat yang mempengaruhi sifat-sifat mekanis dan harus mempunyai pengerjaan akhir yang baik.

11 Pengiriman

Kecuali jika ditentukan dalam kontrak atau pemesanan, batang harus dikemas untuk dikirim sesuai dengan standar prosedur umum dari produsen. Jika tidak disyaratkan dalam kontrak atau pemesanan, batang harus dikemas sesuai ASTM A 700.

11.1 Penandaan

- a) Kecuali jika ditentukan lain dalam kontrak atau pemesanan, batang harus disortir sesuai ukuran dan masing-masing kelompok diberi label yang menunjukkan nomor kelompok, ukuran, nomor spesifikasi, dan nama dari produsen agar menjamin identifikasi yang memadai. Label harus mencantumkan pernyataan berikut: "Batang Prategang Mutu Tinggi". Label harus dibuat dari bahan yang awet dan dapat dibaca; tidak kurang dari 1 (satu) label untuk setiap kelompok, diikat dengan kawat (lihat Catatan 2). Sebagai tambahan, kedua ujung dari masing-masing batang harus diberi cat kuning.

CATATAN 2: Perlu diperhatikan bahwa penandaan pada label mempunyai umur yang terbatas. Bila kelompok batang disimpan di luar untuk waktu yang lama, pudarnya penandaan pada label bukan logam atau oksidasi pada penandaan label logam dapat terjadi.

- b) Kecuali jika ditentukan dalam kontrak atau pemesanan, batang harus diberi tanda sesuai dengan ASTM A 700.

12 Pemeriksaan

- a) Inspektor yang mewakili pembeli mempunyai kebebasan untuk melakukan pemeriksaan pada setiap proses produksi dari bahan yang dipesan. Produsen harus menjelaskan kepada inspektor bahwa bahan dikerjakan sesuai dengan spesifikasi. Semua pengujian (kecuali analisis produk) dan pemeriksaan harus dilakukan di pabrik sebelum pengiriman, kecuali bila disyaratkan lain, dan harus dilakukan sepanjang tidak mengganggu operasional produksi.
- b) Jika ditetapkan dalam pesanan pembelian, pembeli berhak untuk melaksanakan pemeriksaan sesuai spesifikasi, bila pemeriksaan tersebut diperlukan untuk meyakinkan bahwa material sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.
- c) Jika pemeriksaan dari luar tidak diperlukan, sertifikat produsen yang mencantumkan bahwa material tersebut telah diuji dan memenuhi persyaratan spesifikasi harus dijadikan dasar penerimaan material.

13 Penolakan

- a) Kecuali jika ditentukan lain, penolakan yang didasarkan pada pengujian yang dibuat sesuai dengan 5.b) harus dilaporkan kepada produsen dalam jangka waktu 5 (lima) hari kerja dari saat penerimaan contoh uji oleh pembeli.
- b) Setelah diterima dari produsen, material yang menunjukkan cacat harus ditolak dan produsen harus diberitahu.

14 Klarifikasi

Contoh yang diuji sesuai dengan 5.b) (yang mewakili material yang ditolak) harus disimpan selama 2 (dua) minggu dari tanggal penolakan yang dilaporkan kepada produsen. Bila produsen tidak sependapat dengan hasil pengujian, produsen harus diizinkan untuk membuat suatu klarifikasi dalam waktu 2 (dua) minggu setelah tanggal penolakan.

15 Sertifikasi

- a) Jika pemeriksaan dari luar tidak diperlukan, sertifikat produsen yang mencantumkan bahwa material tersebut telah diuji dan memenuhi persyaratan spesifikasi harus dijadikan dasar penerimaan material. Sertifikat tersebut harus mencantumkan nomor spesifikasi, tanggal-tahun penerbitan, dan surat revisi jika ada.
- b) Jika diminta dalam pemesanan, produsen harus menyediakan kurva beban-perpanjangan yang mewakili setiap ukuran dan mutu batang yang dikirim.
- c) Nilai modulus elastisitas sebesar 205 GPa harus digunakan untuk maksud perhitungan perpanjangan batang tipe II.

CATATAN 3: Pengalaman menunjukkan bahwa kurva beban-perpanjangan dari pengujian pabrik pada tipe II sangat bervariasi dan tidak cukup handal untuk digunakan dalam perhitungan nilai modulus E.

16 Persyaratan tambahan

Persyaratan tambahan berikut hanya berlaku bila disyaratkan dalam pemesanan atau kontrak.

16.1 Besaran lentur

- a) Benda uji untuk lentur harus tahan bila dibengkokkan pada temperatur ruang, tetapi tidak boleh kurang dari 15°C, mengelilingi suatu pen tanpa terjadi retak pada bagian luar yang dibengkokkan. Syarat pelengkungan dan ukuran pen ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Syarat pelengkungan dan ukuran pen

Diameter nominal batang (t) (mm)	Diameter pen (d) untuk kelengkungan 135°
15	d = 6 t
20	d = 6 t
26	d = 6 t
32	d = 8 t
36	d = 8 t
46	d = 10 t
65	d = 10 t

- b) Pengujian lentur harus dilakukan pada benda uji skala penuh dengan panjang yang cukup untuk menjamin kebebasan lentur dengan peralatan yang menyediakan sebagai berikut:
- 1) Pembebanan yang seragam dan menerus selama pembengkokan;
 - 2) Gerakan benda uji tidak tertahan pada titik kontak dengan alat dan pembengkokan mengelilingi pen bebas berputar atau melengkung terhadap gerak pen pada bentang sederhana dengan perletakan yang bebas berputar;
 - 3) Selama proses pembengkokan, benda uji dibungkus mengelilingi pen.
- c) Metode lain dari pengujian lentur diperbolehkan, tetapi kegagalan dari metode tersebut tidak dijadikan dasar untuk penolakan.
- d) Jumlah benda uji untuk pengujian lentur harus diambil 1 (satu) dari setiap 22 ton, atau fraksi dari setiap ukuran dari setiap kelompok produksi yang tersedia, tetapi tidak kurang dari 2 (dua) untuk setiap kelompok produksi. Benda uji harus diseleksi secara acak setelah proses pembuatan akhir.
- e) Jika benda uji lentur gagal karena alasan selain alasan mekanis atau cacat dalam benda uji sebagaimana dijelaskan pada 6.4.c) dan 6.4.d), pengujian ulang harus diizinkan untuk 2 (dua) benda uji acak dari jumlah produksi batang untuk setiap ukuran batang pada 16.1. Jika hasil kedua benda uji memenuhi persyaratan yang dispesifikasikan, batang harus diterima. Pengujian ulang harus dilakukan pada benda uji pada temperatur ruang tetapi tidak kurang dari 15°C.

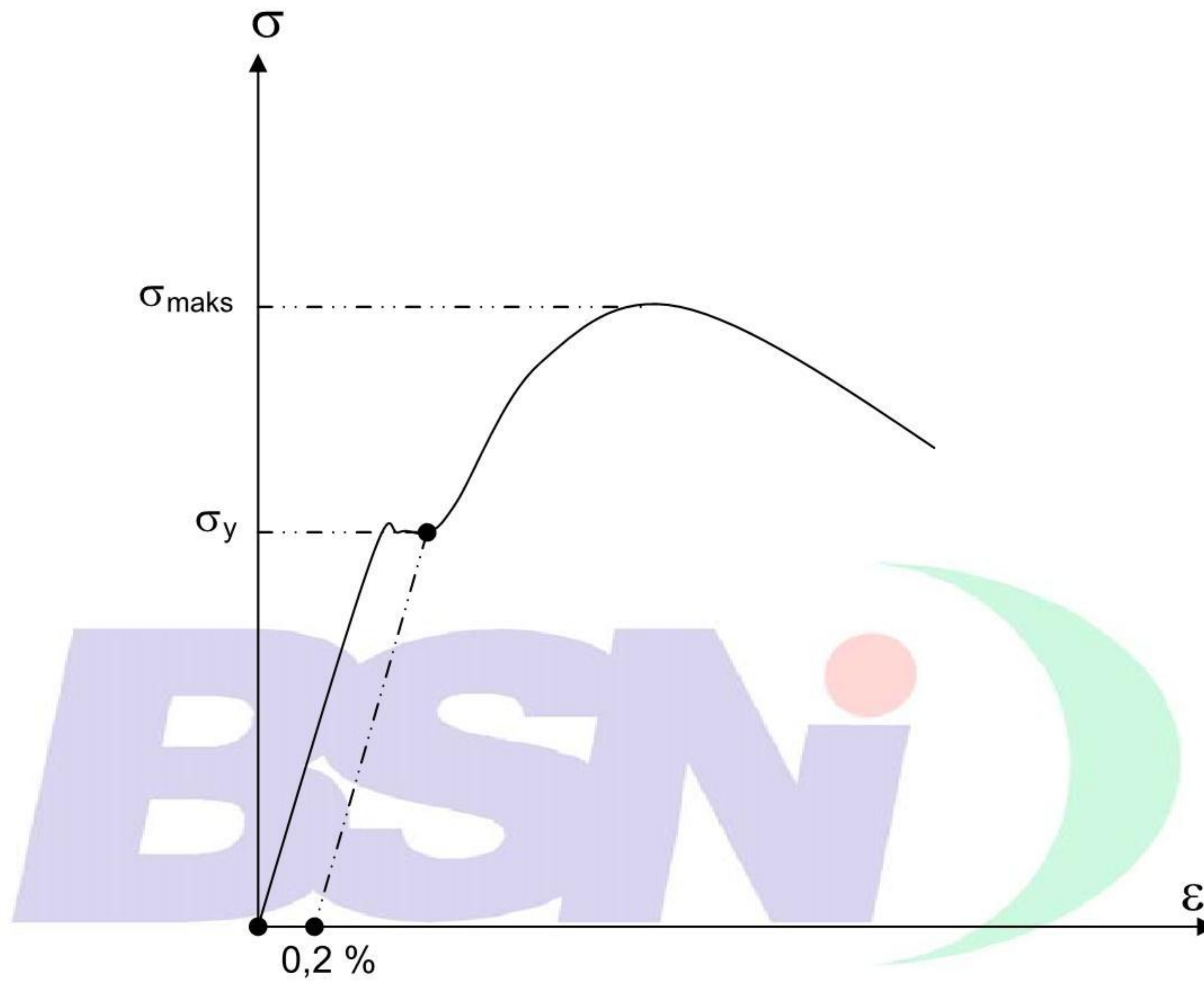
16.2 Pengurangan luas penampang

Pengurangan luas penampang minimum dari luas efektif harus 20% untuk batang polos tipe I.

16.3 Persyaratan kimia

Komposisi kimia yang dispesifikasikan pada 5.a) harus dilaporkan kepada pembeli atau yang mewakilinya.



**Lampiran A
(normatif)****Grafik hubungan tegangan – regangan dalam perhitungan metode offset**

σ_y adalah tegangan leleh

σ_{maks} adalah tegangan puncak











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id